

DERWENT-ACC-NO: 1995-152074

DERWENT-WEEK: 199520

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Accurate piezoelectric characteristics measurement method for thin film used as microsensor or actuator - comprises generating composite material sample composed by forming piezoelectric member and ferromagnetic material substrate and applying electric field

PATENT-ASSIGNEE: MURATA MFG CO LTD[MURA]

PRIORITY-DATA: 1993JP-0172532 (June 18, 1993)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES
MAIN-IPC JP 07077552 A	March 20, 1995	N/A	005 G01R 029/22

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 07077552A	N/A	1993JP-0172532	June 18, 1993

INT-CL (IPC): G01N027/72, G01N037/00, G01R029/22, H01L041/22

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 07077552A

BASIC-ABSTRACT:

Magnetostrictive deformation is generated in a composite material sample composed by forming a piezoelectric member on a ferromagnetic material substrate. An electric field is applied to the sample so as to offset the magnetostrictive deformation.

The piezoelectric constant of the piezoelectric member is calculated according to the strength of the electric field and the magnetostrictive deformation constant of the ferromagnetic material substrate.

ADVANTAGE - The piezoelectric constant of the piezoelectric member is measured accurately without measuring the material constant.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4

TITLE-TERMS: ACCURACY PIEZOELECTRIC CHARACTERISTIC MEASURE
METHOD THIN FILM

ACTUATE COMPRISE GENERATE COMPOSITE MATERIAL SAMPLE
COMPOSE FORMING

PIEZOELECTRIC MEMBER FERROMAGNETIC MATERIAL
SUBSTRATE APPLY
ELECTRIC FIELD

DERWENT-CLASS: L03 S01 S03 V06

CPI-CODES: L03-D01B;

EPI-CODES: S01-D09; S03-E02X; V06-L01A2; V06-L02;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1995-070362

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1995-119513

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-77552

(43) 公開日 平成7年(1995)3月20日

(51) Int.Cl. * 識別記号 執内整理番号 F I 技術表示箇所
 G 01 R 29/22 Z
 G 01 N 27/00 Z 9115-2 J
 27/72
 37/00 F 8506-2 J
 9274-4 M H 01 L 41/ 22 Z
 審査請求 未請求 請求項の数 8 FD (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-172532

(22) 出願日 平成5年(1993)6月18日

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 外山 元夫

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

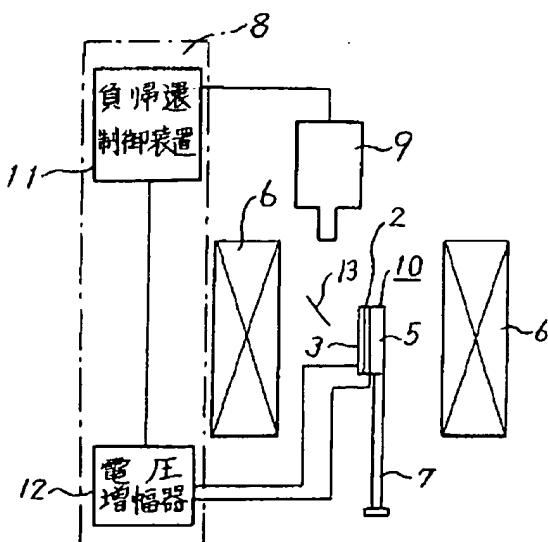
会社村田製作所内

(54) 【発明の名称】 圧電性の測定方法およびその装置

(57) 【要約】

【目的】 材料定数を測定せずに圧電体薄膜の圧電定数を高精度に測定できる圧電性の測定方法およびその装置を提供する。

【構成】 圧電体を強磁性体基板5上に形成した複合材試料10を試料固定台7に立設固定する。この複合材試料10に電磁コイル6により磁場をかけ、複合材試料10を磁歪変形させる。この磁歪変形をレーザ変位計9で検出しながら、磁歪変形を相殺する大きさの電場を電場印加手段8により複合材試料10に加え、複合材試料10の反りを元の中立位置のストレスのない状態に戻す。このときの電場の強さと、強磁性体5の磁歪定数に基づいて圧電体2の圧電定数を測定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 壓電体を強磁性体基板上に形成してなる複合材試料に磁場をかけて複合材試料を磁歪変形させ、この磁歪変形を検出しながら該磁歪変形を相殺する大きさの電場を複合材試料に加え、この電場の強さと強磁性体の磁歪定数に基づいて圧電体の圧電定数を測定する圧電性の測定方法。

【請求項2】 複合材試料を真空槽内に設置して磁場および電場の印加を行う請求項1記載の圧電性の測定方法。

【請求項3】 圧電体の上部に非磁性体の電極を形成し、強磁性体基板を下部電極として圧電体に電場を印加する請求項1又は請求項2記載の圧電性の測定方法。

【請求項4】 圧電体と強磁性体との間に非磁性体の下部電極を形成し、圧電体の上部に非磁性体の上部電極を形成し、これら上部電極と下部電極を用いて圧電体に電場を印加する請求項1又は請求項2記載の圧電性の測定方法。

【請求項5】 複合材試料および磁場を発生する装置は電磁遮蔽室内に設置した請求項1乃至請求項4のいずれか1つに記載の圧電性の測定方法。

【請求項6】 強磁性体基板材料として非晶質強磁性体を用いる請求項1乃至請求項5のいずれか1つに記載の圧電性の測定方法。

【請求項7】 複合材試料の変形量は、顕微干渉計、レーザ変位計、複合材試料に対向配置した電極との間のトンネル電流もしくは静電容量の検出手段、複合材試料に対向配置した物体間の原子間力検出手段のいずれかにより検出する請求項1乃至請求項6のいずれか1つに記載の圧電性の測定方法。

【請求項8】 圧電体を強磁性体基板上に形成してなる複合材試料を固定する試料固定台と、試料固定台の複合材試料に磁場をかける磁場発生装置と、磁場による複合材試料の磁歪変形を検出する変位検出手段と、この変位検出手段の変位検出信号を受けて前記複合材試料の磁歪変形を相殺する大きさの電場を複合材試料に印加する負帰還制御方式の電場印加手段とを有する圧電体の圧電性測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロセンサやマイクロアクチュエータ等に用いられる圧電性薄膜の圧電性の測定方法およびその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】圧電体は従来から電気エネルギーと機械的エネルギーの変換特性を利用して圧力センサやマイクロホンや発振子等に広く用いられている。この圧電体は一般に圧電体結晶や圧電性を有するセラミック焼結体を圧電性方位のバルク(基板)状の所望、形状に圧電素子として切り出すことにより作製される。この圧電素子の設計

上必要な圧電定数は圧電体結晶や焼結体について求めた値を用いることができる。この圧電体結晶の圧電定数の測定方法については、例えば、「電気的測定」物理定数技術第4巻、飯田ら編、朝倉書店P.P. 167-204(1966)に示されている。圧電体としては、従来、ロッセル塩、酸化亜鉛(ZnO)、窒化アルミニウム(AlN)、PZT(鉛・ジルコネート・タイタネート)等が知られている。

【0003】近年、集積回路技術の発達により、情報処理装置が小型化、高性能化する一方で、薄膜製造技術にも著しい進歩があり、圧電性薄膜を用いた小型、高性能のセンサや発振子やアクチュエータ等の実用化への開発が活発化している。圧電性薄膜の作製方法としては、スパッタ法、蒸着法、CVD(化学蒸着)法、ゾルゲル法等が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、圧電体を薄膜として形成した場合、その圧電性は、前記バルクの形で得られたときの結晶あるいは焼結体の圧電性とその値が通常異なるものと考えられる。したがって、圧電性薄膜を小型、高性能センサや発振子等に応用するためには、薄膜で得られた状態での圧電性の測定が是非とも必要となる。ところが、圧電体薄膜は通常、図4に示すように、基体1上にスパッタ法、蒸着法等により形成されており、圧電体薄膜2は基体1の片面に付着されているので、基体1の片面から拘束を受けている。

【0005】この圧電性薄膜2に電場を印加して、圧電性薄膜2の圧電定数を測定しようとすると、圧電性薄膜2は基体1とともに反る。この反った状態を解析して圧電定数を導き出すためには、圧電性薄膜2と基体1のヤング率等の材料定数を知る必要がある。また、材料定数もバルクと薄膜とでは値が異なると考えられ、別途薄膜として得られた圧電体の材料定数を求める必要があり、そのためには、圧電体薄膜2と基体1とを分離する必要があるが、圧電体薄膜2を基体1から分離するには、複雑な分離技術や手間がかかり、また、薄膜2の状態で材料定数を求ることは解析が複雑で、精度にも問題があった。

【0006】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、材料定数を測定せずに圧電体薄膜の圧電定数を高精度に測定できる圧電性の測定方法およびその装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、次のように構成されている。すなわち、本発明の圧電性の測定方法は、圧電体を強磁性体基板上に形成してなる複合材試料に磁場をかけて複合材試料を磁歪変形させ、この磁歪変形を検出しながら該磁歪変形を相殺する大きさの電場を複合材試料に加え、この電場の強さと強磁性体の磁歪定数に基づいて圧電体の圧電定数

を測定することを特徴として構成されており、また、前記複合材試料を真空槽内に設置して磁場および電場の印加を行うこと、前記圧電体の上部に非磁性体の電極を形成し、強磁性体基板を下部電極として圧電体に電場を印加すること、前記圧電体と強磁性体との間に非磁性体の下部電極を形成し、圧電体の上部に非磁性体の上部電極を形成し、これら上部電極と下部電極を用いて圧電体に電場を印加すること、前記複合材試料および磁場を発生する装置は電磁遮蔽室内に設置したこと、前記強磁性体基板材料として非晶質強磁性体を用いること、前記複合材試料の変形量は、顕微干渉計、レーザ変位計、複合材試料に対向配置した電極との間のトンネル電流もしくは静電容量の検出手段、複合材試料に対向配置した物体間の原子間力検出手段のいずれかにより検出することも各本発明の特徴としている。

【0008】さらにまた、本発明の圧電体の圧電性測定装置は、圧電体を強磁性体基板上に形成してなる複合材試料を固定する試料固定台と、試料固定台の複合材試料に磁場をかける磁場発生装置と、磁場による複合材試料の磁歪変形を検出する変位検出手段と、この変位検出手段の変位検出信号を受けて前記複合材試料の磁歪変形を相殺する大きさの電場を複合材試料に印加する負帰還制御方式の電場印加手段とを有することを特徴として構成されている。

【0009】

【作用】圧電体を強磁性体基板上に形成した複合材試料に磁場をかけて複合材試料を磁歪変形させ、この磁歪変形を検出しながら、磁歪変形を相殺する電場を複合材試料に加え、磁歪変形を元の中立位置のストレスのない状態に復帰する。このときの電場の強さと、強磁性体の磁歪定数に基づいて圧電体の材料定数を測定することなく圧電体の圧電定数を精度よく測定する。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図2には、本実施例の圧電体の圧電性測定用試料が示されており、この測定用試料10は強磁性体、例えば、純鉄、純ニッケル、純コバルトや、鉄と稀土類金属との合金等の超磁歪材の基板5上に圧電性を測定するための圧電体薄膜2を形成し、この圧電体薄膜2上に非磁性体の上部電極3を形成し、強磁性体基板5を下部電極として圧電体の複合材試料10を形成したものである。

【0011】図1には、本実施例の圧電性測定装置が示されている。この圧電性測定装置は、図2の圧電体の複合材試料10を固定する試料固定台7と、複合材試料10に磁場をかける磁場発生装置としての電磁コイル6と、磁場による複合材試料10の磁歪変形を検出する変位検出手段としてのレーザ変位計9と、このレーザ変位計9の変位検出信号を受けて複合材試料10の磁歪変形を相殺する大きさの電場を複合材試料10に印加する負帰還制御方式の電場印加手段8とを有している。この負帰還制御方式

の電場印加手段8は負帰還制御装置11と電圧増幅器12により構成されている。

【0012】次に、本実施例の圧電素子の圧電性の測定方法を図1および図2に基づいて説明する。まず、図2に示す複合材試料10を図1の試料固定台7に立設配置し、この複合材試料10の表裏両面側に配設されているそれぞれの電磁コイル6により複合材試料10に磁場をかけて、複合材試料10を磁歪変形させる。この磁歪変形量をレーザ変位計9で検出し、その検出信号を負帰還制御装置11に加える。負帰還制御装置11はその検出信号を受けて、磁歪変形を逆方向に変形する電場を電圧増幅器12によって増幅して磁歪変形量を相殺する大きさの電場とし、この大きさの電場を負帰還制御方式の電場印加手段8によって複合材試料10の上部電極3と下部電極5間に加える。これによって、複合材試料10を反りのない元の中立位置のストレスのない状態に戻す。この状態で、このときに加えた電場の強さと、強磁性体5の磁歪定数に基づいて圧電体2の圧電定数を測定する。

【0013】前記圧電定数dは次式により求められる。
20 すなわち、 $d = \lambda t / V$ ここに、 λ は基板5の磁歪による歪で、磁歪定数から求められる。 t は圧電体2の膜厚、Vは圧電体2に印加した電圧を示す。したがって、前記負帰還制御装置による磁歪相殺電圧Vを測定することにより圧電定数を求めることができる。

【0014】本実施例によれば、圧電体を強磁性体基板上に形成した複合材試料10を磁歪変形し、この磁歪変形を相殺する電場を加える構成としたので、複合材試料10は元の中立位置に復帰し、ストレスが全くない状態となる。この複合材試料10が元に復帰したときの電場の強さと強磁性体の磁歪定数に基づいて、材料定数を測定することなく圧電体薄膜2の圧電定数を高い精度で測定することができる。

【0015】なお、本発明は上記実施例に限定されることはなく、様々な実施の態様を探り得る。例えば、上記実施例では、複合材試料10に磁場をかける磁界発生装置として電磁コイル6を用いたが、この電磁コイル6の代わりに永久磁石を用いてもよい。この場合には、試料固定台7に複合材試料10を取り付ける際に、永久磁石から複合材試料10に加わる磁場を防止するため、予め、試料固定台7を電磁遮蔽板等により遮蔽し、試料取り付け後、遮蔽板を除去するか、試料10を試料固定台7に取り付けた後、永久磁石を所定位置に配置する等が必要である。

【0016】また、上記実施例では、複合材試料10の磁歪変形を相殺する電圧印加に際し、電圧増幅器12を用いたが、複合材試料10に印加する電圧が小さい場合には、この電圧増幅器12は省略してもよい。

【0017】さらに、上記実施例では、圧電性の測定を常圧の状態で行っているが、例えば、複合材試料10を真空槽内に設置してもよい。本実施例では、磁場発生装置

5

には通常直流電圧が印加されるが、磁場発生装置に交流電圧が印加された場合には、交流磁界により、複合材試料10は振動しながら磁歪変形する。この磁歪変形を元に復帰されるとき常圧状態の場合には空気抵抗を受けるので、複合材試料10の負帰還制御精度が悪くなる。ところが、真空状態であれば、空気抵抗がなく、複合材試料10の負帰還制御精度が良好となり、圧電定数を精度よく測定することができる。

【0018】さらにまた、上記実施例では、圧電体2の上部に非磁性体の上部電極3を形成し、強磁性体基板5を下部電極としたが、図3に示すように、圧電体2と強磁性体5との間に、例えば、銅やアルミニウム等の非磁性体の下部電極4を形成し、これら上部電極3と下部電極4を用いて圧電体に電場を印加してもよい。この場合、下部電極4は実施例の強磁性体基板による下部電極5に比較し、抵抗値が小さく電導性が良好なため、複合材試料の磁歪変形を相殺する印加電圧の値をより正確に測定することができる。

【0019】さらにまた、複合材試料および磁場発生装置を電磁遮蔽室内に設置してもよい。この場合には、外部からの磁界の影響を全く受けることがなく、磁場発生装置からの所望の磁場のみを複合材試料に与えることができ、圧電定数を精度よく測定することができる。

【0020】さらにまた、強磁性体基板材料としては、異方性強磁性体や非晶質強磁性体が使用されるが、強磁性体基板材料として非晶質強磁性体を用いた場合には、強磁性体基板の取り付け方向が何れになってもこの複合材試料に磁場が加わったとき、基板材料が非晶質で基板には方向性がないため、磁歪変形の大きさや変形方向、変形速度等に大きな相違を生ずることがなく、圧電定数を精度よく測定することができる。

【0021】さらにまた、上記実施例では、複合材試料10の磁歪変形をレーザ変位計9で検出したが、例えば、複合材試料10の変形量は、顕微干涉計で検出してもよ

10

く、あるいは、複合材試料10に対向配置した針状電極を複合材試料10に近づけて、針状電極先端と複合材試料10間のトンネル電流の大きさにより検出してもよい。また、複合材試料10に対向配置した針状電極の先端を複合材試料10に近づけて、針状電極と複合材試料10の電子間力が両者の距離の6乗で変化するので、その電子間力によって複合材試料10の変化量を検出してもよい。

【0022】さらにまた、複合材試料10に対向して電極を配置し、この電極と複合材試料10間の静電容量の変化により磁歪変形量を検出してもよい。

【0023】

【発明の効果】本発明は、圧電体を強磁性体基板上に形成した複合材試料を磁歪変形し、この磁歪変形を相殺する電場を加える構成としたので、複合材試料は元の中立位置に復帰し、ストレスが全くない状態となる。この複合材試料が元に復帰したときの電場の強さと強磁性体の磁歪定数に基づいて、材料定数を測定することなく圧電体の圧電定数を高い精度で測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の圧電性測定装置の説明図である。

【図2】本実施例の複合材試料の説明図である。

【図3】本発明の他構成の複合材試料の説明図である。

【図4】従来の圧電体の説明図である。

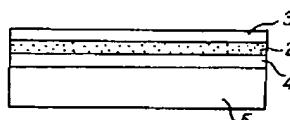
【符号の説明】

- 2 圧電体薄膜
- 3 非磁性体電極
- 5 強磁性体
- 6 磁場発生装置
- 7 試料固定台
- 8 負帰還制御方式の電場印加手段
- 9 変位検出手段
- 10 複合材試料
- 11 負帰還制御装置

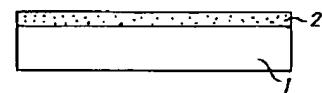
【図2】



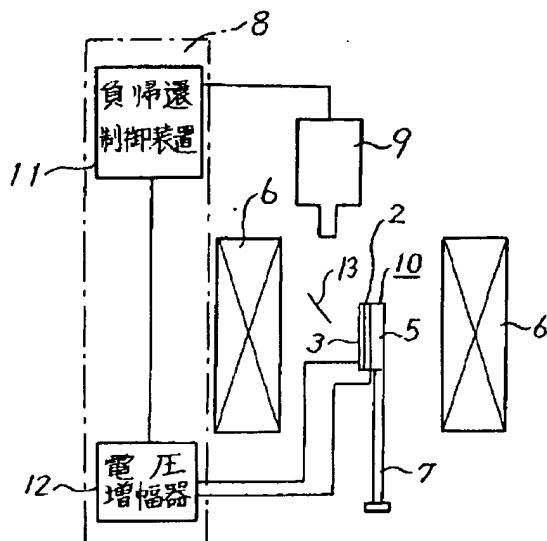
【図3】



【図4】



【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 01 L 41/22

識別記号 序内整理番号

F I

技術表示箇所